

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTE A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR

GILLES CHAMPOUX

IMPLICATIONS DIFFERENTIELLES DU CORPS CALLEUX
ET DE LA COMMISSURE ANTERIEURE
DANS LA STEREOPSIE GROSSIERE

SEPTEMBRE 1983

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Sommaire

La présente recherche explore le rôle de différentes commissures (corps calleux, commissure antérieure) sur l'intégration binoculaire de la profondeur. Des sujets qui ont subi différentes chirurgies au niveau du corps calleux (callosotomie totale, callosotomie antérieure et commissurotomie) sont soumis à une expérimentation de discrimination visuelle de la profondeur au niveau de tout le champ visuel (vision centrale, centrale-périphérique, intra-hémisphérique et inter-hémisphérique).

Les résultats démontrent que la partie postérieure du corps calleux (splénium) serait la principale voie impliquée dans l'intégration binoculaire au niveau de tout le champ visuel. Par ailleurs, en son absence, une grande flexibilité cérébrale permet la création de voies compensatoires.

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre premier - Perception de la profondeur.....	3
Indices de la profondeur.....	4
Cheminement de l'information visuelle.....	7
Structures impliquées dans la perception de la profondeur.....	9
Etudes électrophysiologiques et anatomiques.....	11
Travaux comportementaux.....	14
Chapitre II - Description de l'expérience.....	18
Sujets.....	19
Nature des stimuli.....	27
Description des appareils.....	28
Procédure.....	31
Consigne.....	35
Chapitre III - Présentation et analyse des résultats...	37
Sujets.....	38
Traitement des résultats.....	38
Comparaison des hémisphères.....	46
Chapitre IV - Interprétation des résultats et discussion.....	48
Conclusion.....	54

Appendice: Protocole expérimental.....	56
Remerciements.....	62
Références.....	63

Introduction

Bien que la rétine de l'oeil sur laquelle est projeté le monde visuel n'ait que deux dimensions, l'homme perçoit tout de même l'espace en trois dimensions. Dans l'acheminement de l'information visuelle, il existe donc certainement une étape où l'image à deux dimensions reçue par l'oeil est interprétée tridimensionnellement. Cependant, les mécanismes cérébraux à la base de ce phénomène sont encore mal compris.

Des tentatives d'explication de cette perception tridimensionnelle ont été apportées depuis Euclide au IV^e siècle avant notre ère. Des chercheurs de toutes disciplines se sont en effet penchés sur le rationnel de ce mécanisme perceptuel.

Les recherches sont d'ailleurs passées de la pensée mystique aux techniques expérimentales les plus sophistiquées. Cependant, la description des structures nerveuses responsables de l'intégration tridimensionnelle est loin d'être définitive.

La présente recherche s'inscrit donc dans la perspective de travaux expérimentaux concernant les mécanismes physiologiques à la base de la perception de la profondeur.

Chapitre premier

Perception de la profondeur

Indices de profondeur

Au cours des ans, les recherches ont permis d'identifier toute une variété d'indices visuels qui permettent de percevoir la troisième dimension. Ces indices sont maintenant connus et classés en deux groupes sous l'appellation d'indices monoculaires ou d'indices binoculaires.

Indices monoculaires de profondeur

La perception de la profondeur est rendue possible grâce à une participation de plusieurs indices. Les indices monoculaires rendent la profondeur perceptible de par leurs qualités intrinsèques, et non à cause de l'effet stéréoscopique. Ces indices permettent même d'apprécier la profondeur lorsque l'image perçue est bidimensionnelle comme dans une représentation photographique par exemple.

La perspective linéaire facilite la perception de la profondeur par le fait que sur une image les objets qui sont plus éloignés semblent plus rapprochés l'un par rapport à l'autre.

La texture constitue un autre indice monoculaire. En effet, la texture superficielle semble de plus en plus

dense avec la distance. La taille relative des objets permet également une certaine perception de la profondeur. Des objets identiques au niveau de la taille apparaîtront donc plus petits s'ils sont plus éloignés. Toutefois, cet indice nécessite la connaissance réelle de la taille des objets.

La brillance relative permet une certaine appréhension de la profondeur. La partie la plus éloignée d'une image sera plus sombre, alors que la partie la plus proche sera plus claire.

La dislocation verticale consiste à placer les objets éloignés plus haut que la base de l'image afin de lui donner un aspect de profondeur. En fait, dans l'environnement naturel, l'horizon apparaît toujours plus haut que le sol immédiat.

Lorsqu'une chaise est à demi cachée par une table, il est certain que cette dernière se situe entre la chaise et l'observateur. Cet indice s'appelle l'interposition.

La parallaxe de mouvement ou mouvement relatif des objets dans le champ visuel est l'un des indices qui fournit le plus de renseignements sur la distance relative des objets. En effet, lorsqu'un observateur bouge la tête, les objets se situant à proximité de lui sembleront se

déplacer dans le sens opposé au mouvement de sa tête. Toutefois, des objets plus lointains lui sembleront se mouvoir dans la même direction que sa tête. Les ombres et les couleurs peuvent également induire la profondeur selon leur utilisation.

Finalement, l'accommodation permet aussi de percevoir la profondeur. Il s'agit d'une modification de la courbure du cristallin de l'oeil qui, tout en projetant l'image d'un objet sur la rétine, permet une compensation de la distance qui sépare l'oeil de l'objet.

Indices binoculaires de profondeur

Avec l'utilisation des deux yeux, d'autres indices s'ajoutent à ceux précités. La vision stéréoscopique est un indice découlant du phénomène de disparité rétinienne. Nos yeux étant séparés l'un de l'autre de quelques centimètres, ils ne perçoivent pas exactement la même image. Ainsi, la perception binoculaire est obtenue par la fusion de ces deux images qui ne sont pas tout à fait identiques. Pour expérimenter ce fait, un observateur peut placer un crayon à 30 cm de lui. S'il aligne ce crayon à l'aide d'un seul oeil ouvert avec l'arête verticale d'un mur, la position du crayon changera lorsqu'il regardera avec l'autre oeil.

Un autre indice binoculaire est la convergence. Cet indice représente la rotation des yeux vers la racine du

nez lorsqu'un objet qu'on regarde se rapproche. Plus l'objet est rapproché, plus les yeux convergent.

Le système visuel de l'homme possède de grandes capacités de perception binoculaire. Le principe qui fait que l'on peut percevoir la profondeur est assez simple. Ce qui s'avère être plus complexe, c'est le processus par lequel l'information visuelle venant des deux yeux se combine en une seule image tridimensionnelle.

Cheminement de l'information visuelle

Afin de mieux comprendre la perception tridimensionnelle, il devient nécessaire d'aborder l'aspect physiologique du système visuel.

Au niveau de l'oeil, l'information traverse en premier lieu une membrane fibreuse appelée cornée. Derrière celle-ci, se trouve l'iris, ce système musculaire forme la pupille dont l'ouverture est de taille variable selon la densité de la lumière. Ensuite, vient le cristallin qui est une lentille; celle-ci est en partie responsable de la convergence de rayons lumineux sur la rétine où sont situés les récepteurs photosensibles. Le point le plus sensible de la rétine est appelé fovéa.

La rétine est une membrane interne de l'oeil, elle est composée de trois couches. La première comprend les

cônes et les bâtonnets. La seconde couche est constituée de cellules bipolaires et la troisième de cellules ganglionnaires. Les axones des cellules de cette dernière couche se regroupent en un endroit au fond de l'oeil. Cette petite partie de l'oeil est appelée point aveugle, car il n'y a pas de perception visuelle à cet endroit. Les axones regroupés des cellules ganglionnaires et émergeant à cet endroit forment le nerf optique. Les fibres des moitiés nasales des deux yeux se croisent ensuite au niveau du chiasme optique. Les moitiés temporales demeurent ipsilatérales. La voie optique ainsi formée dans chacun des deux hémisphères, comporte des fibres transportant l'information de chacun des deux yeux. La voie optique gauche est formée des fibres provenant de la moitié temporale gauche et de la moitié nasale droite et transporte l'information provenant du champ visuel droit. La voie optique droite est formée de fibres provenant de la moitié temporale droite et de la moitié nasale gauche et transporte l'information provenant du champ visuel gauche. L'information visuelle passe ensuite par le corps genouillé latéral, où l'on retrouve les premières synapses après la rétine, et atteint finalement le cortex visuel où l'information visuelle est analysée.

Structures impliquées dans la
perception de la profondeur

Plusieurs parties du système visuel ont été examinées dans le but de préciser leur participation relative dans la perception de la profondeur. Un fait certain est qu'à un endroit du système visuel, l'information provenant de chaque oeil est réunie ou fusionnée afin que l'observateur puisse percevoir une image binoculaire. Les cellules binoculaires du cortex visuel constituent les substrats anatomiques les plus susceptibles de jouer un tel rôle.

Les cellules binoculaires se situent dans le cortex visuel. Elles ont comme particularité de répondre aux informations provenant des deux yeux à la fois. De plus, elles sont spécialisées dans leur fonction, c'est-à-dire qu'elles ne répondent qu'à un type de stimulus bien précis. Si le stimulus change de position dans le champ visuel ou s'il change de forme, ce sont d'autres cellules qui réagissent, tandis que les premières cessent d'être excitées. Ces cellules répondent généralement à une disparité précise. Ainsi, avec une convergence fixe, des objets situés à des distances différentes d'un observateur exciteront optimalement des cellules différentes (Hubel et Wiesel, 1962). En 1967, Barlow, Blakemore et Pettigrew mettent en évidence que des

cellules réceptrices de l'aire 17 du cortex visuel du chat peuvent être activées par des stimuli placés à des endroits de la rétine sous-tendant des disparités différentes. L'excitation de cellules par des stimuli disparates représenterait ainsi la fusion de l'information donnée par les différents stimuli. Cependant, chez le singe, Hubel et Wiesel (1970) rapportent que les cellules de l'aire 17 répondent binoculairement lorsque des stimuli tombent sur des endroits correspondants des deux rétines, alors que les cellules de l'aire 18 répondent à la disparité. Ces cellules binoculaires doivent évidemment recevoir un input des deux yeux. Les structures anatomiques permettant d'acheminer et de converger cette information sur les cellules binoculaires sont possiblement le corps calleux, le chiasme optique et la commissure antérieure (Berlucchi et Rizzolatti, 1968; Blakemore, 1970; Lassonde et al., 1981, Mitchell et Blakemore, 1970, Payne et al., 1980; Risse et al., 1978).

Le corps calleux est une épaisse lame de substance blanche réunissant les hémisphères cérébraux. On peut l'apercevoir au fond de la scissure interhémisphérique. En raison de son aspect arciforme en coupe sagittale, on lui reconnaît d'avant en arrière quatre parties de morphologies différentes. Le bec ou rostrum, le genou, le corps ou tronc et le bourrelet ou splénium. Cette importante commissure joue un grand rôle dans le transfert interhémisphérique (Gazzaniga,

1967; Sperry, 1961). Le corps calleux permet donc à l'information visuelle d'effectuer un transfert d'un hémisphère à l'autre.

Le chiasme optique se situe un peu en avant et sous le troisième ventricule. Il est le point de rencontre des deux nerfs optiques. A partir de cette structure, les fibres des moitiés nasales des deux nerfs deviennent contralatérales alors que les moitiés temporales demeurent ipsilatérales (Berlucchi et al., 1968; Hubel et Wiesel, 1967). Il est donc certain qu'une partie de l'information visuelle est transmise d'un côté à l'autre par l'intermédiaire du chiasme.

La commissure antérieure est située dans la continuité inférieure du rostrum, sous le fornix. Cette structure assure la liaison entre les influx provenant des formations amygdalo-hippocampiennes des circonvolutions temporales moyennes et inférieures. A ce niveau, se situe l'interconnexion des aires inférieures du cortex visuel jouant un rôle associatif. Risse et al. (1978) démontrent que la commissure antérieure de l'homme est capable de transmettre des messages multisensoriels interhémisphériques de nature complexe.

Etudes électrophysiologiques et anatomiques

L'implication de ces structures dans la perception binoculaire de la profondeur a été mise à jour surtout à

l'aide de travaux électrophysiologiques et anatomiques.

Le corps calleux possédant un rôle prédominant dans le transfert interhémisphérique de l'information (Gazzaniga, 1967; Gordon et al., 1971; Myers et Sperry, 1953; Sperry, 1961), les images qui parviennent au cortex visuel par les voies ipsilatérales peuvent donc être associées l'une à l'autre par l'intermédiaire de cette commissure. Celle-ci possède des neurones qui s'irradient dans chaque hémisphère.

Des expériences effectuées chez le chat confirment ces données. En effet, après avoir sectionné la voie optique, Choudhury et al. (1965) découvrent qu'un stimulus lumineux placé près du méridien vertical provoque une réaction dans la limite de l'aire 17 à l'intérieur du cortex visuel ipsilatéral. Toutefois, la réaction cesse lorsque le corps calleux est coupé, ou que l'aire correspondante dans l'autre hémisphère est refroidie. Berlucchi et Rizzolatti (1968), pour leur part, démontrent que des cellules situées aux frontières des aires 17 et 18 peuvent être activées par les deux yeux malgré une section sagittale du chiasme optique.

L'information visuelle serait transmise de la partie de l'aire 17 adjacente à la frontière 17-18 vers l'hémisphère controlatéral, plus précisément dans l'aire 18 près de la frontière 17-18. Ces aires sont connues comme étant

anatomiquement inter-reliées et recevant des connections de la partie la plus latérale de l'aire 17 (Hubel et Wiesel, 1962). De plus, Berlucchi (1972) démontre que les aires 17, 18 et 19 peuvent transmettre des projections homotopiques (c'est-à-dire que deux aires similaires peuvent communiquer entre elles: exemple 17 vs 17) et hétérotopiquement (d'une aire à une autre: exemple 17 vs 18) via le corps calleux. De plus, une section du corps calleux chez les chats nouveaux-nés implique une diminution du nombre de cellules activées binoculairement (Elberger, 1981).

Par ailleurs, il semble que le nombre de cellules binoculaires soit aussi considérablement réduit par une section du corps calleux effectuée chez l'adulte. En effet, Payne et al. (1980) rapportent une étude chez le chat qui démontre qu'une section du corps calleux réduit significativement l'input des réponses binoculaires des cellules. Cette réduction provoque une baisse considérable au niveau de l'intégration de la vision binoculaire et il semble qu'elle affecte tout le champ visuel et non seulement la partie centrale. De façon analogue, la section du chiasme optique affecte significativement le nombre de cellules binoculaires (Berlucchi et Rizzolatti, 1968).

Travaux comportementaux

Blakemore (1970) étudie également l'implication du chiasme optique dans la perception de la profondeur chez un sujet humain ayant subi une section complète du chiasme optique. La conclusion de sa recherche est que le sujet peut voir la profondeur en vision centrale même si les images sont séparément projetées dans les deux hémisphères. Il semble donc que le corps calleux doive être impliqué dans ce type de perception. Elberger (1980) démontre chez les chats nouveaux-nés, que la section de la partie postérieure du corps calleux entraîne une altération de développement de la capacité de percevoir la profondeur tel que mesuré par le test du précipice visuel. Cependant, la même chirurgie effectuée chez l'adulte n'interfère pas avec cette habileté (Elberger, 1980). De façon analogue, des travaux conduits auprès d'enfants nés sans corps calleux ont démontré que ceux-ci montraient d'énormes déficits dans une tâche mesurant la perception de la distance entre des objets (Lassonde et al., 1981).

Chez les sujets humains opérés à l'âge adulte au niveau du corps calleux, les résultats sont plutôt contradictoires. Ainsi, Bridgeman et Smith (1945) ont tenté de mesurer la perception de la profondeur chez 13 sujets ayant

présumément subi une section complète ou partielle du corps calleux. Les résultats indiquent qu'une section des fibres calleuses n'affecte pas la stéréoperception significativement. Gazzaniga et al. (1962) ont également évalué la stéréopsie à l'aide des patterns de Julesz chez des patients à cerveau divisé. Ils rapportent que celle-ci est normale.

Plus récemment, Mitchell et Blakemore (1970) tentent de vérifier la qualité de la perception de la profondeur en vision centrale chez un sujet humain qui a subi une section du corps calleux et des commissures antérieure et hippocampienne. Pour ce faire, ils utilisent un haploscope. L'instrument est utilisé avec un miroir devant chaque oeil. Le sujet fixe continuellement un petit point lumineux sur un écran droit devant lui. A travers les demi-miroirs, une étroite fente verticale peut être perçue simultanément par les deux yeux pour une durée de 100 msc. Le sujet se situe à une distance de 438 mm du point de fixation. En tournant le bras de l'haploscope, les fentes peuvent être présentées dans n'importe quelle position du méridien horizontal de chaque oeil. Les résultats démontrent que le sujet ne peut interpréter la profondeur d'un objet situé directement en arrière ou en avant du point de fixation. Les auteurs en concluent qu'il doit exister une liaison entre les hémisphères pour effectuer l'intégration binoculaire en vision centrale.

Ces résultats plutôt contradictoires (perte de stéréopsie rapportée par Mitchell et Blakemore, 1970, mais non par Bridgman et Smith, 1945 ou Gazzaniga, 1962) se compliquent du fait que lorsque l'expérience de Mitchell et Blakemore (1970) est reprise chez un sujet n'ayant subi que la section du corps calleux (sans la section supplémentaire de la commissure antérieure) aucun déficit n'est rapporté (Ledoux et al., 1977).

La présente recherche a donc pour but d'éclairer cette équivoque. D'une part, elle permettra d'évaluer si la section du corps calleux effectuée chez l'adulte interfèrera avec la perception binoculaire de la profondeur et, d'autre part, d'évaluer le rôle respectif de la commissure antérieure et du corps calleux.

Etant donné les travaux animaux d'Elberger et al. (1980) démontrant un déficit de perception de profondeur après section calleuse effectuée chez le nouveau-né, mais non chez l'adulte, l'hypothèse de travail est que la section du corps calleux faite chez des patients dont la maturation neurologique est terminée devrait affecter très peu la stéréopsie. De façon secondaire et à la lumière des résultats de Blakemore (1970) d'une part, et Ledoux et al. (1977) d'autre part, nous croyons que s'il y a déficit, les patients

ayant subi la section combinée du corps calleux et de la commissure antérieure devraient être plus affectés que les patients opérés au niveau du corps calleux seulement.

Chapitre II

Description de l'expérience

Sujets

Le groupe expérimental se subdivise en trois sous-groupes. Un premier sous-groupe est composé de trois hommes et de deux femmes qui ont subi une commissurotomie totale. Une telle intervention consiste en une section complète du corps calleux, des commissures antérieure et hippocampienne. De plus, la masse intermédiaire est également sectionnée lorsqu'elle est accessible. Les membres de ce groupe ont été opérés par les Drs Vogel et Bogen en Californie. Le second sous-groupe se compose d'un garçon et d'une fille. Ceux-ci ont subi une section complète du corps calleux, c'est-à-dire une callosotomie totale. Le troisième sous-groupe comprend deux filles qui ont subi une section de la partie antérieure du corps calleux (callosotomie frontale). Les chirurgies des patients des sous-groupes deux et trois ont été effectuées respectivement par les Drs Décaire et Bouvier.

Tous ces sujets souffrent d'épilepsie jugée in-traitable par les moyens conventionnels (drogues et lésions localisées). Les chirurgies ont été pratiquées afin de limiter les décharges épileptiques à un seul hémisphère dans le but de diminuer la fréquence et l'intensité des crises.

Les sujets ont un quotient intellectuel (Q.I.) variant entre 45 et 110 et leur âge s'étend de 11 à 56 ans. Le tableau 1 présente explicitement ces données.

Le deuxième groupe se compose de sujets contrôles. Le nombre de sujets de ce groupe est équivalent à celui du groupe expérimental, soit neuf personnes. En effet, chacun des sujets du groupe expérimental est pairé avec un sujet contrôle sur la base de l'âge, du sexe, de son quotient intellectuel et de la localisation du foyer épileptique. Le tableau 2 présente les données concernant ces patients. Un total de 18 sujets seront donc testés dans le cadre de cette recherche.

Groupe expérimental

A. Sujets commissurotomisés

Comme on l'a déjà mentionné, cinq des sujets expérimentaux ont subi une commissurotomie totale. A.A. est un homme qui a souffert d'un traumatisme à la naissance et a subi sa première attaque épileptique à l'âge de cinq ans. Il a été opéré à l'âge de 14 ans, en 1964. Chez ce patient, une étude pré-opératoire révèle, au niveau épileptique, une plus grande atteinte de l'hémisphère gauche que du droit, mais sans évidence de dommage structural à l'hémisphère gauche. Chez ce patient, on note post-opératoirement qu'une

Tableau 1
Groupe expérimental

Sujets	Type de traumatisme	Age lors de				Date de l'opération	Foyer épileptique	Q.I.	Sexe	Type de chirurgie	Date de l'expérimentation
		Traumatisme	lère crise	Chirurgie	Expérimentation						
A.A.	Naissance	0	5	14	31	14/10/64	Quadrant antérieur D	74	M	Commissurotomie totale	25/10/81
L.B.	Naissance	0	3	13	29	01/04/65	Multi-focale	110	M	Commissurotomie totale	25/10/81
R.Y.	T.I.C.*	13	17	43	63	07/03/61	Bi-frontal	87	M	Commissurotomie totale	26/10/81
N.W.	Idiopathie	43	3	36	50	12/12/66	Bi-frontal	95	F	Commissurotomie totale	26/10/81
N.G.	Naissance	0	18	30	48	05/09/63	Bi-latéral	72	F	Commissurotomie totale	27/10/81
C.L.	Naissance	0	5	11.5	13	25/09/81	Bi-latéral	74	F	Callosotomie totale	18/06/82
S.L.	Lennoy Gastaut	5	5	13.6	15	08/05/81	Foyer généralisé	45	M	Callosotomie totale	01/10/82
S.N.	Multi-focale		2	11.5	12	13/07/82	Multi-focale	107	F	Callosotomie antérieure	13/01/83
S.T.	Complexe		12	22.5	23	26/10/82	Foyer temporal G	78	F	Callosotomie antérieure	10/01/83

* T.I.C. = traumatisme intra-crânien

petite aire de la région pariétale droite a été endommagée alors que deux veines étaient sectionnées durant la commissurotomie. A.A. possède un Q.I. de 74 et il est âgé de 31 ans au moment de l'expérimentation en 1981.

Le traumatisme de L.B. origine également de la naissance. L.B. est âgé de 29 ans, a subi sa première crise à l'âge de trois ans. Il a été opéré à l'âge de 13 ans en 1965. L'examen pré-opératoire permet de déceler que l'hémisphère droit est davantage impliqué que le gauche au niveau épileptique. Aucun dommage structural n'est évident. Le Q.I. de L.B. est de 110 lorsque testé en 1981.

Pour sa part, R.Y. aurait souffert d'un traumatisme attribuable à une blessure à la tête, celle-ci survenue alors qu'il avait 13 ans. Sa première attaque apparaît à l'âge de 17 ans. Il est opéré en 1961 à l'âge de 43 ans. Son Q.I. est de 87. Au moment de l'expérimentation en 1981, il est âgé de 63 ans.

N.W. est atteinte d'épilepsie idiopathique. La pathologie est mise à jour alors que N.W. est âgée de moins de trois ans. L'opération est pratiquée alors qu'elle a atteint l'âge de 35 ans, en 1966. L'électro-encéphalogramme pré-opératoire ainsi que l'étude post-opératoire indiquent que son hémisphère droit est le plus atteint des deux, sans toutefois

montrer de signe de dommages structuraux. Son Q.I. est de 95 et en 1981, au moment de l'expérimentation, elle est âgée de 50 ans.

N.G. est une femme qui a souffert d'un traumatisme de naissance. Elle a sa première crise à 18 ans et elle est opérée en 1963 alors à l'âge de 30 ans. Les examens effectués à l'aide de l'électro-encéphalogramme et de la radiographie du crâne démontrent des lésions à l'hémisphère droit et un foyer épileptique au niveau de l'hémisphère gauche. Le droit est le plus atteint des deux. N.G. a un Q.I. de 72 et au moment de l'expérimentation, en 1981, elle est âgée de 48 ans.

B. Sujets callosotomisés

Outre les sujets commissurotomisés, deux sujets ont subi une callosotomie totale. S.L. est un garçon qui présente une épilepsie de type Lennox Gastaut depuis l'âge de 5 ans et des crises du Grand mal depuis l'âge de 11 ans. Il a subi une callosotomie en mai 1981. Un électro-encéphalogramme effectué en septembre 1981 montre une diminution importante de l'amplitude de l'activité épileptique dans la région fronto-cérébrale droite et il n'y a plus de généralisations secondaires. Au moment de l'expérimentation, S.L. est âgé de 15 ans et a un Q.I. de 45.

Pour sa part, C.L. est une jeune fille de 13 ans. Elle souffre d'épilepsie depuis l'âge de 5 ans. C.L. a subi une callosotomie complète le 25 septembre 1981 à cause de crises tonico-cloniques dont la fréquence s'élevait à 10 par jour. Un électro-encéphalogramme pré-opératoire révélait un foyer épileptique très actif du quadrant antérieur gauche avec diffusion à l'hémisphère controlatéral et tendance à généraliser. Au moment de l'expérimentation, C.L. a un Q.I. de 74.

C. Sujets avec callosotomie antérieure

Deux sujets ont subi une callosotomie antérieure. S.N. est une jeune fille de 12 ans. Ses premières crises sont survenues alors qu'elle était âgée de seulement deux ans. S.N. est opérée pour une callosotomie antérieure le 13 juillet 1981 dans le but de diminuer le nombre de crises causées par une épilepsie multifocale. Lors de l'expérimentation, S.N. possède un Q.I. de 107. De plus, elle présente une sclérose tubéreuse. S.N. fait encore des crises partielles complexes avec généralisation secondaire à peu près tous les jours.

Finalement, S.T. est une jeune femme de 28 ans au Q.I. de 78. Elle a subi une callosotomie antérieure le 16 octobre 1982 pour améliorer une épilepsie ayant pour foyer le lobe temporal gauche. S.T. fait des crises depuis l'âge de 12 ans.

Tableau 2
Groupe contrôle

Sujet contrôle	Sujet expérimental	Age lors de		Q.I.	Sexe	Date d'expérimentation
		1ère crise	Expérimentation			
M.C.	C.L.		14	63	F	16/04/83
S.P.	S.L.	1 1/2	16	46	M	16/04/83
L.M.	S.N.	.	10.8	94	F	20/01/83
F.R.	S.T.		23	80	F	07/04/83
G.D.	A.A.	15	37.5	80	M	10/01/83
A.P.	L.B.	2	26	100	M	18/01/83
P.M.	R.Y.		58	75	M	20/01/83
J.V.	N.W.	15	55	98	F	11/01/83
P.B.	N.G.	2	41	75	F	13/05/83

Groupe contrôle

Tous les sujets contrôles sont pairés avec un sujet expérimental en raison de l'âge, du sexe, du Q.I. et du foyer épileptique, s'il y a lieu.

M.C., pairée avec C.L., est une jeune fille de 14 ans ayant un Q.I. de 63.

S.P. est un adolescent âgé de 16 ans; ses premières crises sont apparues vers l'âge de un an et demi. Il possède un Q.I. de 46 et est pairé à S.L.

L.M. est une jeune fille de 10 ans 8 mois, elle est jumelée à S.N. et son Q.I. est de 97.

F.R. est le sujet contrôle de S.T. Il s'agit d'une jeune femme de 23 ans possédant un Q.I. de 80.

Pour sa part, G.D. est un homme de 37 ans et demi dont les premières crises remontent à l'âge de 15 ans. Il possède un Q.I. de 80 et est jumelé à A.A.

A.P. est un jeune homme de 26 ans présentant des crises d'épilepsie depuis l'âge de deux ans. Il possède un Q.I. de 100 et est jumelé à L.B.

P.M. est un homme de 58 ans, il possède un Q.I. de 75 et il est le sujet contrôle de R.Y.

J.V. est une femme de 55 ans qui fait des crises depuis l'âge de 15 ans. Elle possède un Q.I. de 98 et elle est jumelée à N.W.

Finalement, P.B. est pairée à N.G. Il s'agit d'une femme de 41 ans qui présente des crises depuis l'âge de deux ans. Son Q.I. est de 75.

Nature des stimuli

Les stimuli sont constitués de 64 paires de petits objets. Ces objets représentent des animaux (chat, cheval et ours), des jouets (balle, camion, auto et baril) ou d'autres objets familiers (bouteille, tasse, cube, etc.). Chaque paire est formée d'un stimulus jaune et d'un autre vert. La différence de couleur rend possible une discrimination rapide des stimuli de la part du sujet. Bien que les deux objets qui constituent une paire soient identiques de par leur forme, certaines paires ont des stimuli de tailles différentes. Ce contrôle supplémentaire est fait dans le but d'éviter les effets d'optique dus à la distance sur un plan linéaire entre le sujet et chacun des stimuli. L'espace cubique de chaque stimulus est d'environ 125 cm^3 .

Les 64 paires de stimuli sont utilisées à quatre reprises, puisque l'expérimentation complète comprend quatre

sous-tests. Un sous-test comprend quatre séries de 16 essais, ce qui fait 64 essais par sous-test et un grand total de 256 essais pour les quatre sous-tests. De plus, la position et l'ordre de présentation des stimuli varient d'une série à l'autre.

Description des appareils

L'élément principal du montage expérimental est une table de 76 cm de large, sur laquelle sont présentés les stimuli. La hauteur de cette table est modifiable à l'aide de blocs de bois s'emboîtant les uns dans les autres. Une fois placés sous les pattes de la table, ces blocs qui sont de différentes hauteurs permettent de s'assurer que la table demeure toujours au niveau des yeux du sujet, quelle que soit la taille de ce dernier.

Un drap noir mat recouvre la table. La longueur de ce drap est telle qu'il forme une pente ascendante au fond du montage. Il rejoint ainsi le mur auquel la table est adossée et il monte jusqu'à deux mètres au-dessus de la table. Cette disposition du drap permet d'éliminer les indices de profondeur provoqués par une présentation à angle droit. De plus, la couleur ainsi que la faible luminosité du tissu permettent d'éviter les indices monoculaires d'ombrage.

Le point de fixation central est une diode rouge de 3.5 volts placée au centre de la table. Elle est alimentée par deux piles sèches de même voltage qui sont placées sous la table. Un rideau noir articulé par un système de poulies et de ficelles, permet à un expérimentateur de soustraire à l'attention du sujet les manipulations qui sont effectuées sur la table. Ce rideau est fixé au bout de la table qui se trouve près du sujet. Il tient en place grâce à un cadre de métal et il est fait du même matériel que le drap qui recouvre la table. Il en possède donc ainsi les mêmes propriétés de faible brillance. De plus, la hauteur du rideau est de 45 cm et sa largeur est de 95 cm.

Dans le but de faciliter les opérations de l'expérimentateur, une lumière noire (black light) est utilisée. Entre chaque présentation, le rideau est fermé et la lumière noire est allumée. Cette lumière permet à l'expérimentateur de changer les stimuli sans provoquer de grandes variations de lumière. Cette condition est importante pour la perception visuelle du sujet puisque l'expérimentation s'effectue dans l'obscurité totale. De plus, la position des stimuli est marquée sur la table à l'aide d'un produit sensible à l'éclairage de la lampe noire.

Un appareil (Stroboscope Grass, modèle PS2) est utilisé afin d'illuminer les stimuli à l'aide d'une lumière

stroboscopique qui se situe à trois mètres au-dessus du point de fixation central. La lumière stroboscopique est actionnée à l'aide d'un commutateur placé en position de présentation simple. L'appareil lui-même est mis en marche par le commutateur "power" mis en position "on". L'intensité de luminosité est réglée au maximum de l'appareil par le bouton "Intensity" en position 16. Enfin, le bouton "Delay M.S." est ajusté sur 120, ce qui permet un temps d'exposition de 120 ms. Cette courte période de temps empêche les mouvements de centration du regard sur les stimuli.

Ainsi, la salle d'expérimentation comprend la table avec son drap noir qui rejoint le mur. A la droite de la table, il y a la lampe noire sur tige, celle-ci étant très près de la table, de façon à être cachée par le rideau lorsqu'il est fermé. Un peu de côté se situe une autre table sur laquelle sont disposées les 64 paires de stimuli. Celles-ci sont toutes rangées à l'avance selon l'ordre de présentation.

Les 64 paires de stimuli ainsi disposées permettent un déroulement de l'expérience plus rapide. Le sujet s'en trouve donc moins fatigué. Sur le côté gauche de la table d'expérimentation se trouve l'appareil stroboscopique. Il est placé près du rideau de façon à ce que l'expérimentateur

qui actionne cet appareil puisse également manipuler le rideau.

Deux personnes sont requises pour effectuer l'expérimentation. La première ouvre et ferme le rideau, actionne le stroboscope et inscrit les résultats aux différents essais. Le second expérimentateur place les stimuli sur la table tout en utilisant la lampe noire. Il donne également la consigne au sujet.

Procédure

Lorsque les expérimentateurs ont lié connaissance avec le sujet, celui-ci dispose d'un peu de temps pour se familiariser avec le montage expérimental et l'ensemble de l'environnement immédiat. Lorsque l'acclimatation semble effectuée, le sujet est invité à s'asseoir sur une chaise qui se veut confortable. La chaise du sujet se situe face à la table d'expérimentation qui est immédiatement ajustée de façon à être au niveau des yeux du sujet. A ce moment, un expérimentateur vérifie si la position du sujet est bien centrée en relation avec le point de fixation. Il vérifie également si la distance qui se trouve entre la diode et les yeux du sujet est bien de 171 cm. Cette mesure doit être respectée afin d'assurer que les stimuli se trouvent effectivement à un degré ou à trois degrés et demi d'angle visuel du point de fixation central lors des présentations.

Par la suite, l'un des expérimentateurs met l'appareil stroboscopique en marche, il en profite pour effectuer une ultime vérification du bon fonctionnement de l'appareillage. La diode rouge est également allumée. Pendant ce temps, l'autre expérimentateur explique au sujet de quelle façon l'expérience va se dérouler. Il donne la consigne et, finalement, s'assure que le sujet a bien compris quelle sera sa tâche. Cette dernière consiste à indiquer lequel des deux objets présentés, le jaune ou le vert, est le plus près de lui. L'initiation à l'expérimentation s'effectue en vision libre, c'est-à-dire avec l'éclairage normal de la pièce. Ces quelques essais se font exactement selon la formule de l'expérimentation, sauf que le sujet peut voir l'expérimentateur ouvrir et fermer le rideau et se familiariser à l'effet stroboscopique. Le sujet est également instruit des diverses positions que peuvent occuper les stimuli au cours des présentations et de ce qu'il devra répondre. Lorsque le sujet semble à l'aise avec tout le déroulement, les lumières sont éteintes et l'expérimentation débute.

L'expérimentateur répète souvent la consigne au cours des différents essais, afin que l'attention du sujet soit continuellement maintenue sur le point de fixation central. Pour débiter l'expérimentation proprement dite, le premier expérimentateur place deux stimuli sur la table. Leur

position relative et l'ordre de présentation sont établis selon un ordre préfixé de façon aléatoire et suivant un protocole qui est le même pour tous les sujets. Le second expérimentateur ouvre le rideau noir et actionne le levier de commande qui produit un éclair d'une durée de 120 ms. Le sujet est invité à identifier lequel des deux stimuli se trouve le plus près de lui, le vert ou le jaune. Le second expérimentateur referme ensuite le rideau et inscrit la réponse du sujet sur le protocole en terme de bonne ou mauvaise réponse. A ce moment, le premier expérimentateur allume la lampe noire afin de changer les stimuli. Lorsque les deux autres stimuli sont en place, l'expérimentateur éteint la lumière noire et le premier expérimentateur ouvre le rideau afin de passer à l'essai suivant.

Le facteur temps de réaction n'est pas considéré, seule la réponse verbale du sujet constitue les données servant à établir sa capacité de vision de la profondeur.

Entre chaque sous-test, une pause est accordée. Au moment de reprendre l'expérimentation, le sujet est informé de la nouvelle position dans laquelle les stimuli lui seront présentés. La démonstration s'effectue en vision libre (avec éclairage) et quelques essais sont effectués afin de vérifier la bonne compréhension du sujet. Puis les lumières sont éteintes et l'expérimentation se poursuit.

Les quatre sous-tests diffèrent quant à la position des stimuli dans le champ visuel. Au premier sous-test (condition centrale), les stimuli se situent de part et d'autre du point central à moins d'un degré d'écart entre eux. Au deuxième sous-test (condition centrale-périphérique), les stimuli sont placés l'un centralement et l'autre à trois degrés et demi du point de fixation central. Dans cette condition, le stimulus qui se situe à trois degrés et demi peut être à gauche ou à droite du point de fixation central. Quelle que soit la position de ce stimulus périphérique, l'autre membre de la paire se trouve toujours du côté opposé et à un demi degré de la diode. Au troisième sous-test (condition inter-hémisphérique), les stimuli se situent à trois degrés et demi d'angle visuel de part et d'autre du point de fixation central. Finalement, au quatrième sous-test (condition intra-hémisphérique), les stimuli sont tous deux du même côté, soit à droite ou à gauche du point de fixation central. Dans cette dernière condition, les stimuli se situent à une distance respective de trois degrés et demi et de quatre degrés et demi de la diode centrale. Tous les stimuli sont placés à dix centimètres en avant et en arrière du point de fixation central sur un plan sagittal et leur position est pré-établie au hasard.

Consigne

La consigne donnée au sujet s'effectue comme suit:

"Si tu veux bien, nous allons faire un test ensemble. C'est très simple: tu vois tous les objets qui se trouvent sur la table, il y a des balles, des camions, des chevaux, etc. Je place deux de ces objets sur la table, ils sont toujours identiques, quelquefois il y en a un qui est un peu plus gros que l'autre, mais il y a toujours un objet vert et un objet jaune. Il y a toujours un objet qui se trouve en avant de l'autre (joindre la démonstration à l'explication). Ici, tout ce que tu as à faire, c'est de me dire lequel des deux objets est le plus près de toi. Tu vois la petite lumière rouge au centre de la table, je vais te demander de la regarder bien attentivement. Les lumières seront éteintes et, pendant que tu regarderas la lumière rouge, il y aura un éclair lumineux qui te permettra de voir les objets qui se trouvent sur la table. A ce moment, tu me diras lequel des deux objets que tu as vus te semble le plus près de toi: le jaune ou le vert".

L'expérimentateur ajoute en le démontrant directement sur la table (rideau ouvert): "Les objets peuvent être placés de cette façon (à droite du point central) ou de cette façon (à gauche du point central). Il y en a toujours un qui est plus près de toi et un qui est plus éloigné. Nous

allons faire quelques essais pour que tu comprennes bien". Lorsque le sujet a bien compris sa tâche, l'expérimentation proprement dite est initiée.

Lorsqu'il faut passer à un autre sous-test, le sujet est instruit de la nouvelle position des stimuli. La démonstration s'effectue en vision libre. "Pour les prochains essais, tu verras les objets dans cette position (à gauche) ou dans cette position (à droite). On fait quelques essais pour voir si tu comprends bien". Lorsque le sujet a compris, l'expérimentation se poursuit dans l'obscurité. Fréquemment au cours des divers essais, l'expérimentateur répète au sujet: "Regarde bien le point rouge" et "Dis-moi quel objet est le plus près de toi: le jaune ou le vert".

Chapitre III

Présentation et analyse des résultats

Sujets

Dans le but de contrôler les variables indépendantes, les sujets expérimentaux ont été pairés un à un avec des sujets contrôles quant à leur Q.I., leur âge et leur sexe. L'utilisation du test T permet de confirmer qu'il n'y a pas de différence significative entre les groupes expérimental et contrôle au niveau de l'âge ($t(8) = 0.321$, $p > .05$) et du Q.I. ($t(8) = 1.26$, $p > .05$).

Traitement des résultats

Une analyse de variance à mesures répétées est utilisée puisque tous les sujets sont soumis aux mêmes conditions expérimentales. L'analyse de variance permet de dégager la partie de la variance que les variables et leurs interactions produisent sur la variance totale. Les résultats étant en pourcentage, une transformation angulaire est effectuée. Cette transformation s'effectue en appliquant la formule suivante: $\sin^{-1} \sqrt{\frac{x + 3/8}{64 + 3/4}}$. Dans l'analyse de variance, chacune des combinaisons de variables porte sur le nombre de bonnes réponses telles que mesurées par le test de la perception de la profondeur. Le schéma de l'analyse ($3 \times 4 \times 2$) porte donc

sur le type de lésion (callosotomie totale, callosotomie antérieure, commissurotomie); le champ visuel (central, central-périphérique, intra-hémisphérique et inter-hémisphérique) ainsi que les deux groupes de sujets (expérimental et contrôle).

Données brutes

Le tableau 3 représente les résultats obtenus par les sujets expérimentaux et les sujets contrôles en terme de bonnes réponses. Le premier chiffre sur 64 indique le résultat à chaque sous-test pour chaque sujet, le second chiffre représente le même résultat en pourcentage.

Calcul des moyennes

La figure 1 représente graphiquement les moyennes en pourcentage des sujets aux quatre conditions expérimentales. La figure 1A démontre les résultats moyens du sous-groupe des sujets callosotomisés versus leurs sujets contrôles. Les patients callosotomisés ($n=2$) testés six mois après leur chirurgie, démontrent une performance au niveau de la chance sauf pour les présentations centrales. La figure 1B représente les sujets commissurotomisés versus les sujets contrôles. Les patients commissurotomisés ($n=5$) ont en moyenne un rendement plus mauvais que leurs contrôles. Quoi qu'il en soit, beaucoup de variabilité inter-sujets et inter-conditions

Tableau 3
Résultats des sujets selon le champ visuel¹

			Central	Central périphérique	Intra- hémisphérique	Inter- hémisphérique
Sujets expérimentaux	Callosotomie totale	C.L.	42 - 65.63%	39*- 60.93%	38*- 59.37%	44 - 68.75%
		S.L.	40 - 62.5%	39*- 60.93%	35*- 54.69%	36*- 56.26%
	Callosotomie antérieure	S.N.	55 - 83.94%	56 - 87.5 %	59 - 92.19%	59 - 92.19%
		S.T.	64 - 100%	61 - 95.31%	62 - 96.88%	62 - 96.88%
	Commissuro- tomie	A.A.	33*- 51.56%	39*- 60.93%	39*- 60.93%	37*- 57.81%
		L.B.	52 - 81.25%	47 - 73.44%	38*- 59.38%	44 - 68.75%
		R.Y.	41 - 64.06%	29*- 45.31%	52 - 81.25%	27*- 42.19%
		N.W.	42 - 65.63%	44 - 68.88%	38*- 59.38%	41 - 64.06%
		N.G.	36*- 56.25%	55 - 85.94%	48 - 75%	47 - 73.44%
Sujets contrôles	Contrôle des callosotomies totales	S.P.	48 - 75%	44 - 68.75%	51 - 79.69%	49 - 76.56%
		M.C.	60 - 93%	62 - 96.88%	52 - 81.25%	60 - 73.75%
	Contrôle des callosotomies antérieures	L.M.	64 - 100%	63 - 98.44%	64 - 100%	61 - 95.31%
		F.R.	49 - 76.56%	55 - 85.94%	60 - 93.75%	43 - 67.19%
	Contrôle des commissuro- tomies	G.D.	63 - 98.44%	60 - 93.75%	61 - 95.31%	63 - 98.44%
		J.V.	64 - 100%	61 - 95.31%	62 - 96.88%	61 - 95.31%
		A.P.	64 - 100%	62 - 96.88%	64 - 100%	63 - 98.44%
		P.M.	55 - 85.94%	50 - 78.13%	43 - 67.19%	49 - 76.56%
		P.B.	50 - 78.13%	57 - 89.06%	59 - 92.19%	62 - 96.88%

¹D'après les tables binomiales, tous les résultats au-dessus de 39 sont considérés comme significatifs à .05.

- * 1. Central
2. Central périphérique
3. Intra-hémisphérique
4. Inter-hémisphérique

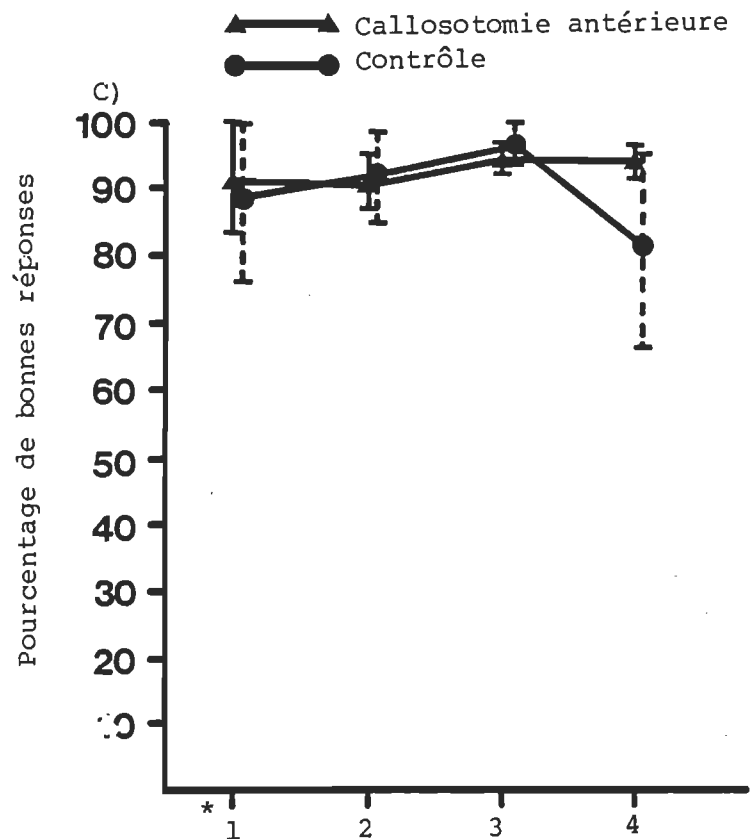
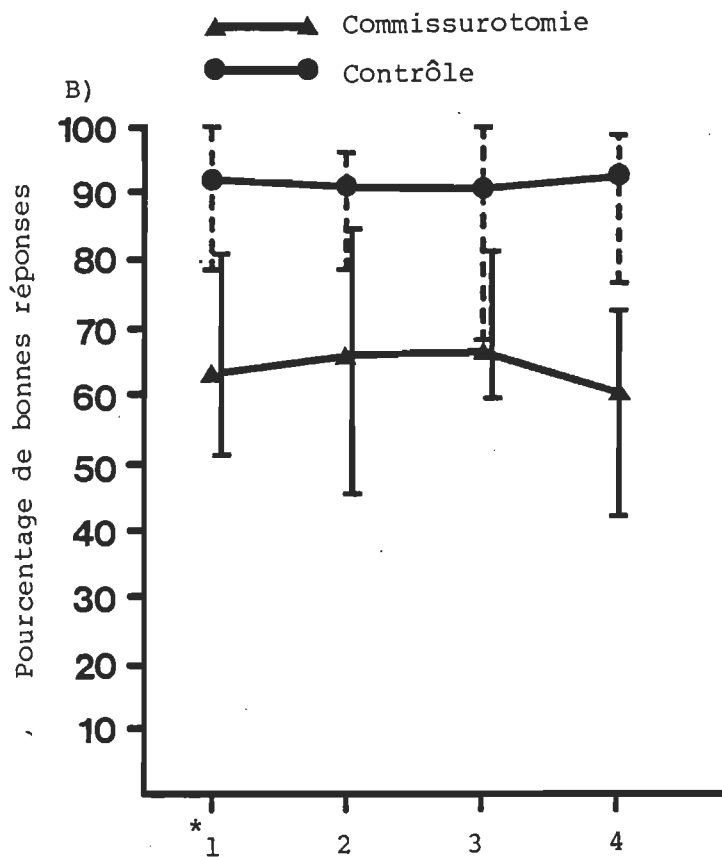
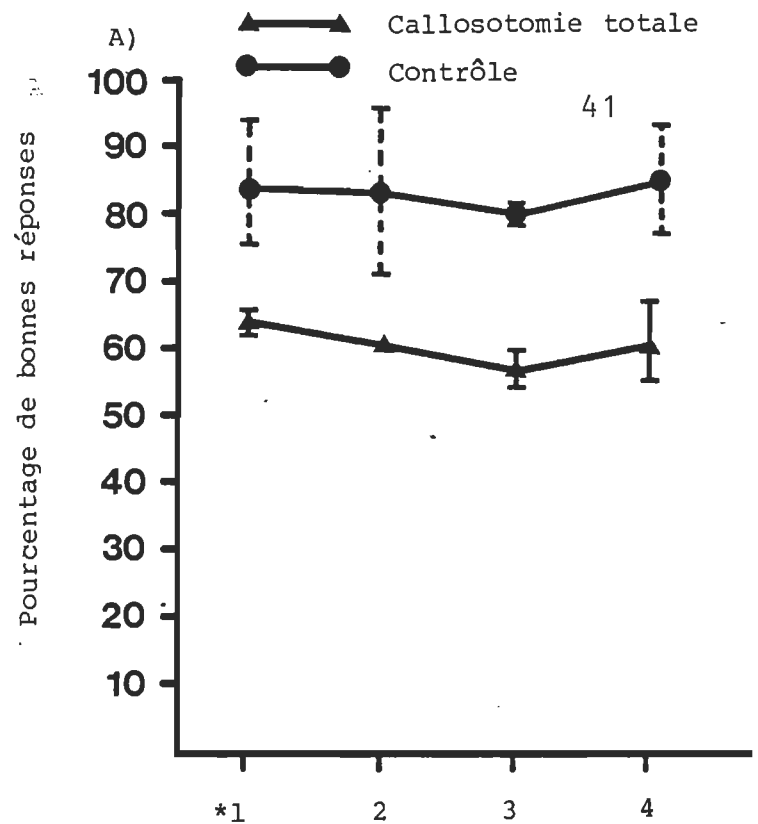


Fig. 1 - Pourcentage de bonnes réponses obtenues par les trois sous-groupes expérimentaux versus leurs contrôles. A) Callosotomie, B) commissurotomie, C) callosotomie antérieure. L'abscisse réfère à l'emplacement des stimuli.

sont observées. Par exemple, L.B. (qui était déficient en présentation centrale, utilisant un haploscope - Mitchell et Blakemore, 1970), obtient un résultat de 85% dans la condition centrale, mais échoue toutes les autres. D'autre part, N.G. réussit à 75% en condition périphérique, mais échoue dans la condition centrale. Les résultats suggèrent que de nouvelles voies de communication inter-hémisphérique peuvent prendre la relève après un certain temps post-opératoire chez les patients commissurotomisés. Toutefois, ces nouvelles voies ne semblent pas être les mêmes pour tous les patients. La figure 1C représente le sous-groupe expérimental constitué de sujets ayant subi une callosotomie antérieure versus leurs contrôles. Cette dernière figure démontre que les patients qui ont subi une callosotomie antérieure ayant le splénium intact (n=2) réussissent aussi bien que leurs contrôles.

Tous les sujets expérimentaux, excepté ceux avec une callosotomie antérieure, sont significativement moins habiles à percevoir la profondeur que leur contrôle, et ce, quelle que soit la position des stimuli (tableau 4).

En fait, la performance du groupe avec une section antérieure du corps calleux qui épargne le splénium, est comparable à celle du groupe contrôle. Ces constatations permettent de dire que seulement l'absence du splénium

Tableau 4
Analyse de variance entre groupes

Source	dl	CM	F	
Totale	71			
<u>Blocs</u>	8			
Groupes	2	124101.5885	5.98	$p < .05$
Blocs en groupe	6	20752.9688		
<u>Intra-blocs</u>	63			
Exper. vs témoins	1	233893.8014	9.54	$p < .05$
Groupes x (exp. vs tem.)	2	71169.8136	2.90	
Blocs x (exp. vs tem.)	6	24510.5245		
Mesures	3	1847.1478	1	N.S.
Mesures x groupes	6	2690.6649	1	N.S.
Mesures x (exp. vs tem.)	3	528.7313	1	N.S.
Mesures x Groupes (exp. vs tem.)	6	1241.2438	1	N.S.
Mesures x sujets (par groupe, par exp. vs tem.)	36	3303.1215		

entraîne un déficit dans la perception binoculaire de la profondeur. Ces résultats sont d'ailleurs illustrés par la comparaison des données pré et post-opératoires de l'un des sujets callosotomisés et de l'un des sujets avec callosotomie antérieure (figure 2). Seulement la section complète du corps calleux produit une réduction drastique de la performance sous toutes les conditions. La petite diminution observée dans la performance du patient avec callosotomie antérieure est attribuable à une réduction marquée d'attention rapportée après la chirurgie.

Rendement des sous-groupes

Un test de probabilités cumulées ($\chi^2 \sim [-2 \ln p_e (rn)]$) permet de voir si les réponses des deux sous-groupes dont le rendement est plus bas sont données au hasard. Cette analyse est rapportée dans le tableau 5.

Il s'avère que le sous-groupe des sujets callosotomisés a réussi au niveau du hasard sauf pour la condition centrale, alors que la performance du sous-groupe des commissurotomisés est toujours au-dessus du niveau de chance. Quant à la performance enregistrée pour le sous-groupe des sujets ayant subi une callosotomie antérieure, les résultats bruts permettent de voir avec évidence que ce dernier sous-groupe a réussi bien au-delà du hasard.

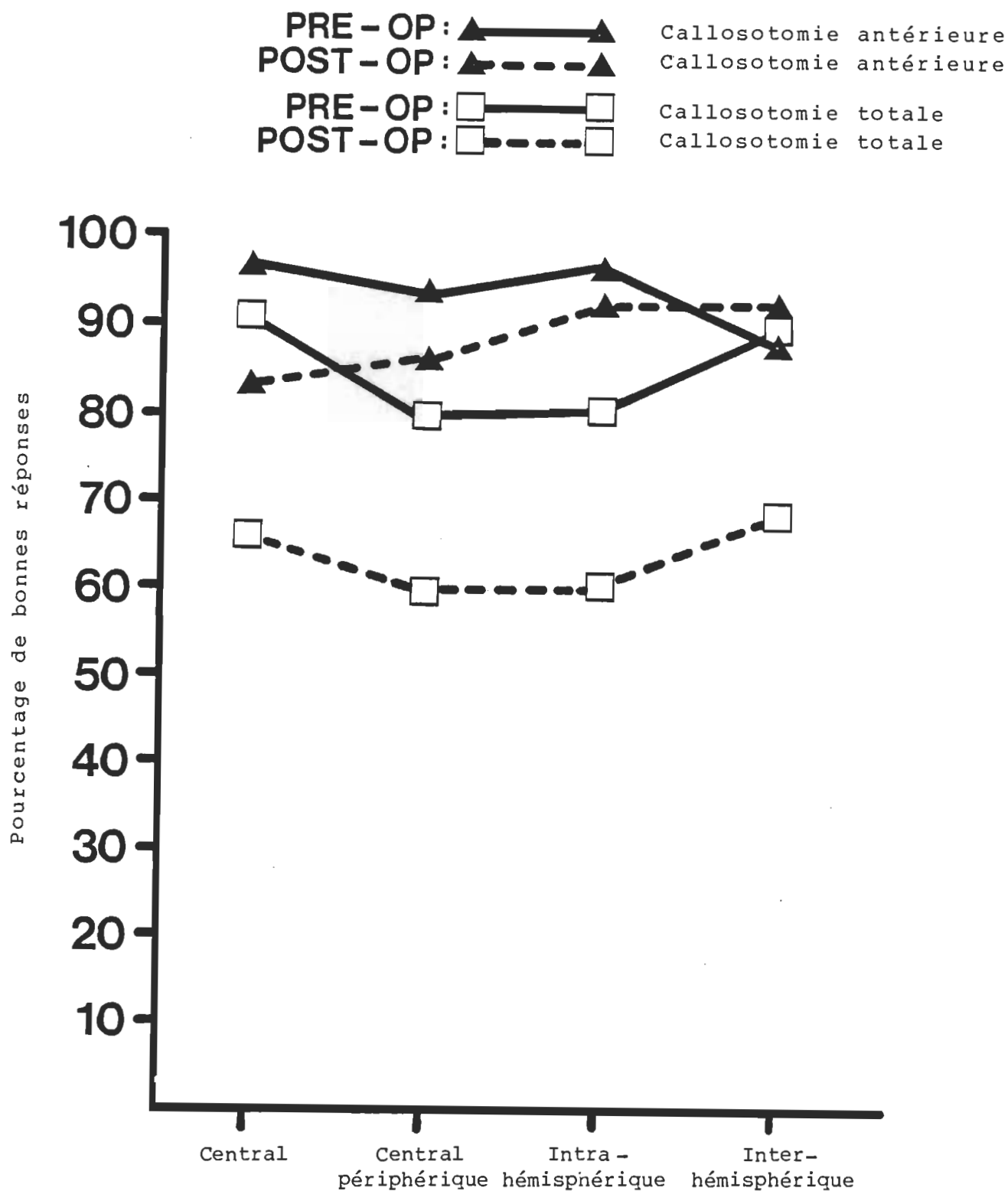


Fig. 2 - Données pré et post-opératoires obtenues auprès de deux patients: l'un qui a subi une callosotomie totale, l'autre une callosotomie antérieure. L'abscisse réfère à l'emplacement des stimuli.

Tableau 5

Test de probabilités cumulées des deux sous-groupes

	Central	Central périphérique	Intra- hémisphérique	Inter- hémisphérique
Callosotomie totale dl = 4	13.3289*	9.724963	5.1219819	12.74417218
Commissurotomie dl = 10	41.813*	61.203694*	52.05901*	36.879211*

* $p < .05$ Comparaisons des hémisphères

Au sous-test intra-hémisphérique, les résultats obtenus au niveau du champ droit ont été comparés à ceux obtenus au niveau du champ gauche. Cette analyse supplémentaire est utilisée dans le but de voir si un hémisphère est favorisé dans ce type de perception de la profondeur. Le tableau 6 démontre que l'analyse de la distance est perçue aussi bien dans les deux champs visuels. De plus, un test de probabilités cumulées a pu démontrer que les réponses ne sont pas données au hasard dans aucun de ces deux champs. Au niveau du sous-groupe des sujets commissurotomisés, le champ visuel gauche démontre des résultats moins évidents. Toutefois, le test de probabilités cumulées ($\chi^2 \sim [-2 \ln p_e (rn)]$) permet de constater que ces réponses ne sont pas données au hasard ($\chi^2_{10} = 20.75, p < 0.05$).

Tableau 6

Résultats obtenus pour chaque sujet
pour les deux hémisphères

		Champ droit	Champ gauche
<u>Groupe expérimental</u>			
Callosotomie antérieure	S.N.	29/32	30/32
	<u>S.T.</u>	<u>30/22</u>	<u>32/32</u>
	X	29.5/32	37/32
Callosotomie totale	C.L.	15/32	23/32
	<u>S.L.</u>	<u>20/32</u>	<u>15/32</u>
	X	17.5/32	19/32
Commissurotomie	L.B.	22/32	16/32
	R.Y.	30/32	22/21
	N.W.	24/32	14/32
	N.G.	27/32	21/32
	<u>A.A.</u>	<u>18/32</u>	<u>21/32</u>
	X	24.2/32	18.8/32
<u>Groupe contrôle</u>			
Contrôle de callosotomie antérieure	F.R.	29/32	31/32
	<u>L.M.</u>	<u>32/32</u>	<u>32/32</u>
	X	30.5/32	31.5/32
Contrôle de callosotomie totale	S.P.	30/32	21/32
	<u>M.C.</u>	<u>27/32</u>	<u>25/32</u>
	X	28.5/32	23/32
Contrôle de commissurotomie	J.V.	31/32	31/32
	G.D.	31/32	30/32
	P.M.	22/32	21/32
	A.P.	32/32	32/32
	<u>P.B.</u>	<u>29/32</u>	<u>30/32</u>
	X	29/32	28.8/32

Chapitre IV

Interprétation des résultats et discussion

L'étude permet de mettre différents résultats en évidence. En effet, les sujets callosotomisés démontrent un plus grand déficit au niveau de la perception de la profondeur que les sujets commissurotomisés. De plus, le splénium semble être la partie du corps calleux qui permet l'intégration au niveau de la perception de la profondeur. Un examen plus poussé des données recueillies au cours de l'expérimentation permet de dire qu'il n'y a pas de spécialisation hémisphérique quant à ce type de perception.

La commissure antérieure ne semble pas jouer de rôle au niveau de l'intégration binoculaire de la profondeur. En effet, les sujets qui ont subi une callosotomie (section du corps calleux en gardant la commissure antérieure intacte) éprouvent autant et même plus de difficultés que les sujets commissurotomisés, c'est-à-dire ceux ayant subi une section du corps calleux et d'autres commissures. Ces derniers ont toutefois subi leur intervention chirurgicale depuis déjà quelques années. Il ressort qu'une réorganisation cérébrale peut être à l'origine d'une meilleure performance chez les sujets commissurotomisés. En effet, les sujets qui ont subi une callosotomie totale n'ont eu que quelques mois de récupération entre la chirurgie et l'expérimentation.

La bonne performance des sujets avec callosotomie antérieure indique que la partie antérieure du corps calleux n'influence pas la perception de la profondeur. Le déficit enregistré chez des patients ayant subi une section de tout le corps calleux serait dû à la partie postérieure de cette commissure. Le splénium est donc, selon toute vraisemblance, la partie du corps calleux qui, plus que toute autre structure, peut influencer l'intégration binoculaire de la profondeur.

D'autre part, le rôle du corps calleux se fait sentir au niveau de tout le champ visuel. Nos résultats indiquent en effet que l'influence du corps calleux n'est pas seulement limitée à l'analyse de la partie centrale du champ visuel tel que l'avaient décrit Mitchell et Blakemore (1970). La perception binoculaire chez les callosotomisés est affectée par la section du corps calleux autant au niveau du champ central qu'au niveau du champ périphérique.

De façon paradoxale, les résultats démontrent un déficit chez les sujets callosotomisés et commissurotomisés, tant au niveau intra-hémisphérique qu'inter-hémisphérique. De tels résultats ne manquent pas d'attirer l'attention puisque la perception de la profondeur perçue en périphérie et à l'intérieur d'un seul hémisphère ne devrait pas être influencée par la section d'une commissure dont le principal but est de

permettre l'échange d'un hémisphère à l'autre de l'influx nerveux.

Cette dernière observation nous porte à croire que le corps calleux dans son activité normale, aurait une action facilitatrice sur le fonctionnement des cellules binoculaires recevant leur input par la voie thalamo-corticale. Cette hypothèse s'appuie sur les résultats de Landau et al. (1961) qui démontrent que la stimulation électrique de la voie callosale facilite les réponses des cellules corticales dont l'influx emprunte la voie thalamo-corticale. De plus, Payne et al. (1983) rapportent que l'un des rôles du corps calleux est de produire un signal supplémentaire nécessaire pour les cellules qui reçoivent leur input des deux yeux.

Notre recherche démontre que les deux hémisphères peuvent effectuer une discrimination significative de la profondeur. Il n'y a donc pas de spécialisation hémisphérique au niveau de la perception binoculaire de la profondeur. Ce résultat rejoint d'ailleurs celui obtenu par Bernier (1982) chez les agénésiques du corps calleux (patients présentant une absence congénitale de cette commissure).

De plus, la faible performance enregistrée chez les sujets ayant subi une section complète du corps calleux est comparable à celle fournie par les agénésiques du corps calleux.

En effet, Lassonde et al. (1981) démontrent une faiblesse dans la capacité d'intégration binoculaire chez ces patients. Ces résultats comparables permettent de confirmer l'idée que la source de la déficience est due à l'absence du corps calleux lui-même. Cependant, contrairement aux agénésiques du corps calleux, on retrouve une certaine récupération cérébrale chez des patients qui ont subi une chirurgie depuis plusieurs années. Cette réorganisation permettrait à l'information visuelle d'emprunter une autre voie. La nouvelle orientation de l'influx visuel serait vraisemblablement transmise par l'intermédiaire du chiasme optique.

Finalement, nos résultats vont dans le même sens que ceux obtenus chez le chat. En effet, des études électrophysiologiques (Elberger, 1982; Payne et al., 1980) démontrent une perte de cellules binoculaires après section du corps calleux, tant chez le chat nouveau-né que chez l'adulte. Par contre, au niveau comportemental, d'autres chercheurs ont obtenu des résultats différents. Ainsi, Ptito et al. (1982) rapportent que des chats peuvent percevoir la stéréopsie après une section du corps calleux. Chez l'homme, Bridgman et Smith (1945) ne relèvent pas de modification visuelle après section des fibres calleuses. Gazzaniga et al. (1962) rapportent que leurs patients peuvent faire la stéréopsie normalement.

Ces différences de résultats seraient explicables en postulant deux mécanismes différents, soit ceux de stéréopsie fine et grossière. En effet, Bishop et Henry (1971) font une distinction entre ces deux types de stéréopsie. La stéréopsie fine appareille étroitement les caractéristiques similaires de deux images rétiniennes à l'intérieur de régions très localisées du champ visuel. Tandis que la stéréopsie grossière est beaucoup moins spécifique dans son procédé, lequel peut opérer sur des configurations visuelles tout à fait différentes dans leur forme et leur luminosité et séparées par plusieurs degrés dans leur position spatiale. Ce dernier type d'analyse est évidemment celui qui était requis dans notre étude.

En comparant nos résultats dans une tâche de stéréopsie grossière aux recherches pré-citées (Bridgman et Smith, 1945; Gazzaniga et al., 1962), il s'avère que l'implication du corps calleux dans la perception de la profondeur serait limitée à l'intégration de la stéréopsie grossière. Les structures qui permettent la perception de la stéréopsie fine seraient donc différentes de celles étudiées dans la présente recherche. Les mécanismes de la stéréopsie fine demeurent encore mal connus. Des recherches subséquentes pourront aborder l'étude des structures qui régissent cette stéréopsie.

Conclusion

Le corps calleux joue un double rôle dans l'intégration de la perception de la profondeur. En effet, la partie postérieure de cette commissure (splénium) permet l'intégration binoculaire par la voie inter-hémisphérique de l'influx reçu par chaque oeil. Le splénium joue également un rôle facilitateur de l'analyse intra-hémisphérique de la profondeur. Enfin, son implication s'étend à tout le champ visuel.

La plasticité cérébrale permet une réorganisation chez les sujets qui ont subi une chirurgie depuis un certain temps. Des recherches subséquentes pourraient examiner quelles sont les commissures qui permettent l'analyse binoculaire chez des patients qui ont subi une section du corps calleux.

D'autre part, il s'avère que le mécanisme étudié et expliqué dans la présente recherche concerne la stéréopsie grossière. D'autres recherches permettront de définir le mécanisme qui rend possible la perception de la stéréopsie fine.

Appendice

Protocole expérimental

SOUS-TEST: _____

NOM: _____

DATE DE NAISSANCE: _____

DATE DE PASSATION: _____

AGE: _____, SEXE: _____, Q.I.: _____

RESULTAT: SERIE NO.1: _____/16

SERIE NO.2: _____/16

SERIE NO.3: _____/16

SERIE NO.4: _____/16

RESULTAT TOTAL: _____/64, EN POURCENTAGE: _____%

REMARQUE: _____

<u>Série no.1</u>	<u>Champ</u>	<u>Position</u>	<u>Réponse</u>	
1- baril	droit	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
2- pile	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
3- triangle	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
4- ours	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
5- cheval	gauche	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
6- bocal	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
7- bouteille	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-gauche	n	o
8- camion	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
9- chat	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
10- cube	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
11- auto	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
12- tasse	droit	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
13- cuillère	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
14- balle	gauche	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
15- entonnoir	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
16- bocal	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o

Total de bonnes réponses (o):

/16

<u>Série no.2</u>	<u>Champ</u>	<u>Position</u>	<u>Réponse</u>	
1- ours	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
2- cube	droit	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
3- camion	gauche	1) jaune-avant-droit. 2) vert-arrière-gauche	n	o
4- entonnoir	gauche	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
5- triangle	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
6- pile	droit	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
7- auto	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
8- bocal	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
9- cheval	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
10- chat	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
11- cuillère	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
12- tasse	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
13- baril	gauche	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
14- balle	droit	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
15- bouteille	droit	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
16- bocal	gauche	1) vert-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o

Total de bonnes réponses (o):

/16

<u>Série no.3</u>	<u>Champ</u>	<u>Position</u>	<u>Réponse</u>	
1- pile	gauche	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
2- cuillère	droit	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
3- triangle	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
4- tasse	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
5- entonnoir	droit	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
6- bocal	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
7- bouteille	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
8- ours	gauche	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
9- bocal	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
10- baril	droit	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
11- camion	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
12- auto	gauche	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
13- cube	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-droit	n	o
14- cheval	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
15- chat	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
16- balle	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o

Total de bonnes réponses (o):

/16

<u>Série no.4</u>	<u>Champ</u>	<u>Position</u>	<u>Réponse</u>	
1- pile	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
2- triangle	droit	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
3- cuillère	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
4- cube	gauche	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
5- tasse	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
6- entonnoir	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
7- bocal	droit	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
8- bouteille	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
9- baril	gauche	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-droit	n	o
10- bocal	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
11- ours	droit	1) jaune-avant-gauche 2) vert-arrière-gauche	n	o
12- camion	droit	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière-droit	n	o
13- auto	gauche	1) vert-avant-droit 2) jaune-arrière-gauche	n	o
14- chat	gauche	1) vert-avant-gauche 2) jaune-arrière- droit	n	o
15- cheval	droit	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o
16- balle	gauche	1) jaune-avant-droit 2) vert-arrière-gauche	n	o

Total de bonnes réponses (o):

/16

Remerciements

L'auteur tient à remercier très sincèrement
Madame Maryse Lassonde, Ph.D., professeur au département
de psychologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières,
pour le support et la compréhension qu'elle lui a manifestés
tout au long du cheminement de ce mémoire de maîtrise.

Références

- BARLOW, H.B., BLAKEMORE, C., PETTIGREW, J.D. (1967). The neural mechanism of binocular depth discrimination. Journal of physiology, 193, 327-342.
- BERLUCCHI, G. (1972). Anatomical and physiological aspects of visual functions of corpus callosum. Brain research, 37, 371-392.
- BERLUCCHI, G., GAZZANIGA, M.S., RIZZOLATTI, G. (1967). Micro-electrode analysis of transfer of visual information by the corpus callosum. Archives italiennes de biologie, 105, 583-595.
- BERLUCCHI, G., RIZZOLATTI, G. (1968). Binocularly driven neurons in visual cortex of split-chiasm cats. Science, 159, 308-310.
- BERNIER, S. (1982). Evaluation de la perception de la profondeur chez les agénésiques du corps calleux. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières.
- BISHOP, P.O. (1970). Neurophysiology of binocular single vision and stereopsis. Handbook of sensory physiology, 7, 255-305.
- BISHOP, P.O., HENRY, G.H. (1971). Spatial vision. Annual review of psychology, 22, 119-160.
- BLAKE, R., CORMACK, R.H. (1979). Psychophysical evidence for a monocular visual cortex in stereoblind humans. Science, 203, 274-275.
- BLAKEMORE, C. (1969). Binocular depth discrimination and the nasotemporal division. Journal of physiology, 205, 471-497.
- BLAKEMORE, C. (1970). Binocular depth perception and the optic chiasm. Vision research, 10, 43-47.
- BRIDGMAN, C.S., SMITH, K.U. (1945). Bilateral neural integration in visual perception after section of corpus callosum. Journal of comparative neurology, 83, 57-58.
- CAMPBELL, A.L., BOGEN, J.E., SMITH, A. (1981). Desorganization and reorganization of cognitive and sensorimotor functions in cerebral commissurotomy. Brain, 104, 493-511.

- CHOUDHURY, B.P., WHITTERIDGE, D., WILSON, M.E. (1965). The function of the callosal connections of the visual cortex. The quarterly journal of experimental physiology and cognitive medical science, 50, 214-219.
- DANTA, G., HILTON, C., O'BOYLE, D.J. (1978). Hemisphere function and binocular depth perception. Brain, 101, 569-589.
- DREHER, B., COTTEE, L.J. (1975). Visual receptive-field properties of cells in area 18 of cat's cerebral cortex before and after acute lesions in area 17. Journal of neurophysiology, 38, 735-750.
- ELBERGER, A.J. (1980). The effect of neonatal section of the corpus callosum on the development of depth perception in young cats. Vision research, 20, 177-187.
- ELBERGER, A.J. (1982). The functional role of the corpus callosum in the developing visual system: a review. Progress in neurobiology, 18, 15-79.
- GAZZANIGA, M.S. (1967). The split-brain in man. Scientific american, 217, 14-29.
- GAZZANIGA, M.S., BOGEN, J.E., SPERRY, R.W. (1962). Some functional effects of sectioning the cerebral commissures in man. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 48, 1765-1769.
- GOULD, J.E. (1979). Commissural transmission in humans. Science, 204 (4392), 531-532.
- GORDON, H.W., BOGEN, J.E., SPERRY, R.W. (1971). Absence of deconnection syndrome in two patients with partial section of the commissure. Brain, 94, 327-336.
- HILGARD, E.R., ATKINSON, R.L., ATKINSON, R.C. (1980). Introduction à la psychologie. Traduit par David Bélanger. Montréal: Editions Etudes Vivantes.
- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. Journal of physiology, 160, 106-154.
- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1967). Cortical and callosal connections concerned with the vertical meridian of visual fields in the cat. Journal of neurophysiology, 30, 1561-1573.

- HUBEL, D.H., WIESEL, T.N. (1970). Stereoscopic vision in macaque monkey. Nature, 225, 41-42.
- JULESZ, B. (1961). Binocular depth perception and pattern recognition, in C. Cherry (Ed.): Information theory, 4th London symposium (pp. 212-224). London: Butterworth.
- JULESZ, B. (1964). Binocular depth perception without familiarity cues. Science, 145, 356-362.
- JULESZ, B. (1965). Some neurophysiological problems of stereopsis, in P.W. Nye (Ed.): Proceedings of the symposium on information processing in sight sensory systems. Pasadena, California Institute of technology.
- KAUFMAN, L. (1974). Sight and mind. An introduction to visual perception. New York: New York University press.
- LANDAU, W.M., BISHOP, G.H., CLARE, M.H. (1961). The interactions of several varieties of evoked response in visual and association cortex of the cat. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 13, 45-53.
- LASSONDE, M.C., BERNIER, S., OUELLET, J. (1981). Depth perception deficits in callosal agenesis. Society for neuroscience abstracts, 381.
- LEDOUX, J.F., DEUTSCH, G., WILSON, D.H., GAZZANIGA, M.S. (1977). Binocular stereopsis and the anterior commissure in man. Physiologist, 20, 55.
- MEYER, P.M. (1963). Analysis of visual behavior in cats with extensive neocortical ablation. Journal of comparative and physiological psychology, 56, 397-401.
- MITCHELL, D.E., BLAKEMORE, C. (1970). Binocular depth perception and the corpus callosum. Vision research, 10, 49-54.
- MORGAN, C.T. (1976). Introduction à la psychologie. Montréal: McGraw-Hill.
- MUELLER, C.G., RUDOLPH, M. (1969). L'oeil et la lumière. New York: Edition Time Inc.
- MYERS, R.E., SPERRY, R.W. (1953). Interocular transfer of a visual form discrimination habit in cats after section of the optic chiasma and corpus callosum. Anatomical records, 115, 351-352.

- OGLE, K.N. (1953). Precision and validity of stereoscopic depth perception from double images. Journal of the optical society of America, 43 (10), 906-915
- PAYNE, B.R., ELBERGER, A.J., BERMAN, N., MURPHY, E.H. (1980). Binocularity in the cat visual cortex is reduced by sectioning the corpus callosum. Science, 207, 1097-1098.
- PAYNE, B.R., PEARSON, H.E., BERMAN, N. (Sous presse). Short-term effects of callosum transection. Corpus callosum transection; short-term effects on neurons in cat striate cortex. Journal of neurophysiology.
- PTITO, M., LEPORE, F., LASSONDE, M., MICELI, D., GUILLEMOT, J.P. (1981). Le rôle du corps calleux et autres commissures dans le transfert interhémisphérique de l'information visuelle. Revue canadienne de biologie, 40 (1), 61-68.
- PTITO, M., LEPORE, F., LASSONDE, M., DUPLESSIS, H., MICELI, D. (1982). Effects of chiasmectomy and commissurotomy on stereopsis in cats. ARVO, 22, 3, 125.
- RISSE, G.L., LEDOUX, J., SPRINGER, S.P., WILSON, D.H. GAZZANIGA, M.S. (1978). The anterior commissure in man. Functional variation in a multisensory system. Neuropsychologia, 16, 23-31.
- SPERRY, R.W. (1961). Cerebral organization and behavior. Science, 133, 1749.
- WESTHEIMER, G., TANZMAN, I.J. (1956). Qualitative depth localization with diplopic images. Journal of the optical society of America, 46 (2), 116-117.